

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-099007

(43)Date of publication of application : 20.04.1993

(51)Int.Cl.

F02D 13/02

F01L 1/34

F02D 45/00

(21)Application number : 03-264099

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 11.10.1991

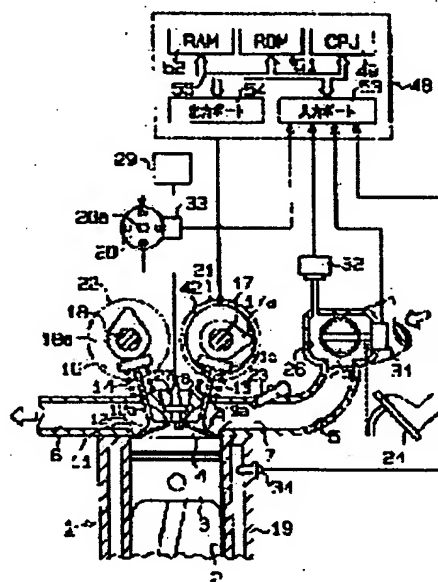
(72)Inventor : GOTO MASAHIRO  
IWASHITA YOSHIHIRO  
KASHIWAKURA TOSHIMI

## (54) VARIABLE VALVE TIMING CONTROL DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce useless oil consumption by preventing excessive lowering of an intake pressure at the time of totally-closing of a throttle, and suppressing oil rising which may caused by the intake pressure lowering.

**CONSTITUTION:** A variable valve timing control device is provided with a variable valve timing mechanism which adjusts a closing timing of an intake valve 9, various kinds of sensors 31 to 34, and an electronic control device (ECU) 48 which controls the variable valve timing mechanism based on detection signals of the sensors 31 to 34. The ECU 48 is operated such that a closing timing is set according to the operation condition when a throttle valve 25 is not totally closed, and the closing timing is set to be slower than the timing according to the operation condition when the throttle valve 25 is totally closed. The ECU 48 advances the closing timing of an intake valve 9 once delayed, when the throttle valve 25 is totally closed and an intake pressure is lower than a preset value, such that the low intake pressure should be the preset value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.04.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2795004

[Date of registration] 26.06.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 26.06.2004

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-99007

(43) 公開日 平成5年(1993)4月20日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F02D 13/02		G 7367-3G		
F01L 1/34		Z 6965-3G		
F02D 45/00	310	F 8109-3G		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全11頁)

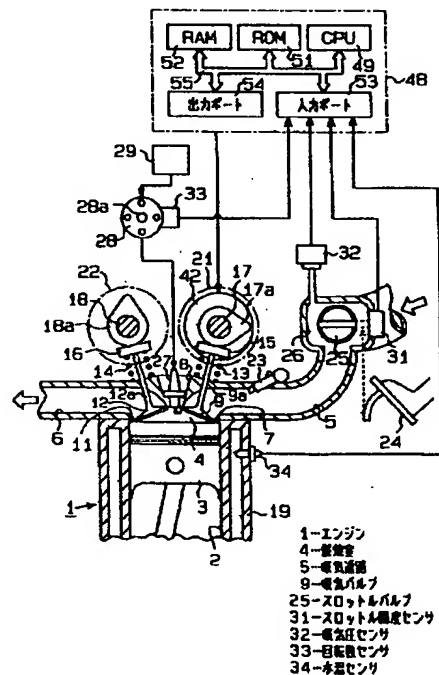
(21) 出願番号	特願平3-264099	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成3年(1991)10月11日	(72) 発明者	後藤 雅人 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内
		(72) 発明者	岩下 義博 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内
		(72) 発明者	柏倉 利美 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 可変バルブタイミング制御装置

(57) 【要約】

【目的】 スロットル全閉時に吸気圧が極度に低下するのを防止し、その吸気圧低下によるオイル上がりを抑制して無駄なオイル消費を低減する。

【構成】 可変バルブタイミング制御装置は、吸気バルブ9の閉じタイミングを調整する可変バルブタイミング機構と、各種センサ31~34と、同センサ31~34の検出信号に基づき可変バルブタイミング機構を制御する電子制御装置(ECU)48とを備えている。ECU48は、スロットルバルブ25が全開でないとき閉じタイミングを運転状態に応じたタイミングにし、スロットルバルブ25が全開のとき閉じタイミングを前記運転状態に応じたタイミングよりも遅いタイミングにする。また、ECU48はスロットルバルブ25が全開であり吸気圧が予め定めた所定値よりも低いとき、その吸気圧を所定値にすべく一旦遅らされた吸気バルブ9の閉じタイミングを早める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の燃焼室への吸気通路を開閉する吸気バルブの閉じタイミングを、同内燃機関の運転状態に応じて調整するための可変バルブタイミング機構と、

前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

前記吸気通路に設けられたスロットルバルブが全開であるか否かを検出するスロットル全開検出手段と、

前記スロットル全開検出手段によるスロットルバルブの状態が全開でないとき、前記可変バルブタイミング機構による前記吸気バルブの閉じタイミングを、前記運転状態検出手段による運転状態に応じたタイミングにし、前記スロットルバルブが全開のとき、前記吸気バルブの閉じタイミングを前記運転状態に応じたタイミングよりも遅いタイミングにするタイミング切替え制御手段とを備えた可変バルブタイミング制御装置において、

前記スロットルバルブよりも下流側の吸気通路の吸気圧を検出する吸気圧検出手段と、

前記スロットル全開検出手段によるスロットルバルブの状態が全開であり、かつ前記吸気圧検出手段による吸気圧が予め定めた所定値よりも低いとき、その吸気圧を前記所定値にすべく前記タイミング切替え制御手段にて遅らされた吸気バルブの閉じタイミングを早めるタイミング補正手段とを設けたことを特徴とする可変バルブタイミング制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、内燃機関の吸気バルブの開閉動作時期を制御する可変バルブタイミング制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来から用いられている一般的なエンジンにおいては、スロットルバルブで吸入空気量を絞って燃焼室への混合気量を調整している。しかしながら、エンジンの吸入行程時に吸入空気量をスロットルバルブで絞ると、ポンピングロスが生じ出力や燃費が悪化する不具合がある。

【0003】そこで、このような不具合を解消するものとして、低負荷時に吸気バルブを遅く閉じるようにした技術が種々提案されている（例えば特開昭59-119007号公報の「内燃機関の吸入空気量制御装置」）。この技術によると、吸気バルブの開弁時期が遅らされることから、一旦燃焼室に導入された空気が吸気ポート側へ押し戻される。これにより、吸入空気量が低負荷に見合った量（少量）となり、ポンピングロスが低減され燃費が向上する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前記従来技術では、低負荷時として例えばスロットルバルブが全開

で減速されるときに特に高回転域で吸気圧が低くなる。すると、この吸気圧の低下によって、シリンダとピストンとの間からエンジンオイルが燃焼室側へ吸引される、いわゆるオイル上がりが生じ、オイル消費が増大してしまうという問題がある。

【0005】本発明は前述した事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、ポンピングロス低減及び燃費向上を図りつつ、スロットル全開時に吸気圧が極度に低下するのを防止し、その吸気圧低下によるオイル上がりを抑制して無駄なオイル消費を低減することが可能な可変バルブタイミング制御装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、図1に示すように、内燃機関M1の燃焼室M2への吸気通路M3を開閉する吸気バルブM4の閉じタイミングを、同内燃機関M1の運転状態に応じて調整するための可変バルブタイミング機構M5と、前記内燃機関M1の運転状態を検出する運転状態検出手段M6と、前記吸気通路M3に設けられたスロットルバルブM7が全開であるか否かを検出するスロットル全開検出手段M8と、前記スロットル全開検出手段M8によるスロットルバルブM7の状態が全開でないとき、前記可変バルブタイミング機構M5による前記吸気バルブM4の閉じタイミングを、前記運転状態検出手段M6による運転状態に応じたタイミングにし、前記スロットルバルブM7が全開のとき、前記吸気バルブM4の閉じタイミングを前記運転状態に応じたタイミングよりも遅いタイミングにするタイミング切替え制御手段M9とを備えた可変バルブタイミング制御装置において、前記スロットルバルブM7よりも下流側の吸気通路M3の吸気圧を検出する吸気圧検出手段M10と、前記スロットル全開検出手段M8によるスロットルバルブM7の状態が全開であり、かつ前記吸気圧検出手段M10による吸気圧が予め定めた所定値よりも低いとき、その吸気圧を前記所定値にすべく前記タイミング切替え制御手段M9にて遅らされた吸気バルブM4の閉じタイミングを早めるタイミング補正手段M11とを設けている。

## 【0007】

【作用】内燃機関M1の運転中には、その運転状態が運転状態検出手段M6によって検出され、スロットルバルブM7が全開であるか否かがスロットル全開検出手段M8によって検出される。このスロットルバルブM7の状態が全開でないとき、タイミング切替え制御手段M9は可変バルブタイミング機構M5による吸気バルブM4の閉じタイミングを、前記運転状態検出手段M6による運転状態に応じたタイミングにする。また、前記スロットルバルブM7が全開のとき、タイミング切替え制御手段M9は前記吸気バルブM4の閉じタイミングを前記運転状態に応じたタイミングよりも遅いタイミングにする。

【0008】このような吸気バルブM4の閉じタイミン

グの制御中には、スロットルバルブM7よりも下流側の吸気通路M3の吸気圧が吸気圧検出手段M10によって検出される。そして、スロットル全閉検出手段M8によるスロットルバルブM7の状態が全閉であり、かつ吸気圧検出手段M10による吸気圧が予め定めた所定値よりも低いとき、タイミング補正手段M11は、その吸気圧検出手段M10による吸気圧を前記所定値にすべく、前記タイミング切替え制御手段M9にて遅らされた吸気バルブM4の閉じタイミングを早めてバルブオーバーラップを拡大する。

【0009】従って、スロットルバルブM7の全閉時には特に高回転域で吸気圧が低下するものの、その吸気圧は吸気バルブM4の閉じタイミングを早めることにより予め定めた所定値に制御されることになる。そのため、この所定値を、シリンダとピストンとの間からエンジンオイルが燃焼室側へ吸引されない値に設定すれば、オイル上がりの発生が防止される。

【0010】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例を図2～図8に従って説明する。図2は本実施例の可変バルブタイミング制御装置を備えた多気筒ガソリンエンジン1

(1気筒分のみ図示)の概略構成を示す図である。エンジン1のシリンダ2には、クランクシャフトの回転にともない上下動するピストン3が収容されている。ピストン3の上方には燃焼室4が形成され、この燃焼室4に吸気通路5及び排気通路6が連通している。燃焼室4と吸気通路5との連通部分は吸気ポート7となっており、この吸気ポート7はシリンダヘッド8に上下動可能に取付けられた吸気バルブ9によって開閉される。また、燃焼室4と排気通路6との連通部分は排気ポート11となっており、この排気ポート11はシリンダヘッド8に上下動可能に取付けられた排気バルブ12によって開閉される。

【0011】吸気バルブ9及び排気バルブ12はそれぞれ上方へ延びるステム9a、12aを備え、各ステム9a、12aの上部には圧縮状態のバルブスプリング13、14、バルブリフタ15、16等が組付けられている。各バルブリフタ15、16の上方には吸気側カムシャフト17及び排気側カムシャフト18が回転可能に設けられ、両カムシャフト17、18には前記吸気バルブ9及び排気バルブ12を開閉するためのカム17a、18aが一体に形成されている。吸気側カムシャフト17及び排気側カムシャフト18の各先端部にはタイミングブリー21、22が取付けられ、両タイミングブリー21、22がタイミングベルトによってクランクシャフトに連結されている。

【0012】そして、前記バルブスプリング13、14はバルブリフタ15、16が常にカム17a、18aに当接するように吸気バルブ9及び排気バルブ12を上方へ付勢している。この付勢方向は、前記吸気ポート7及

び排気ポート11を閉じる方向である。そのため、クランクシャフトの回転がタイミングベルトを介して各タイミングブリー21、22に伝達されると、吸気側カムシャフト17及び排気側カムシャフト18が回転する。これにともない、カム17a、18aがバルブスプリング13、14の付勢力に抗してバルブリフタ15、16を周期的に押し下げると、これらのバルブリフタ15、16が吸気バルブ9及び排気バルブ12を下方へ押圧して開閉動作を行わせる。

10 【0013】前記吸気通路5において、吸気ポート7の近傍には燃料噴射弁23が取付けられている。また、この燃料噴射弁23よりも上流の吸気通路5内には、アクセルペダル24の操作に連動して開閉されるスロットルバルブ25が設けられている。そして、このスロットルバルブ25の開閉により、吸気通路5への吸入空気量が調節される。さらに、燃料噴射弁23とスロットルバルブ25の間には、吸入空気の脈動を平滑化させるためのサージタンク26が配設されている。

20 【0014】前記燃料噴射弁23から噴射される燃料と吸気通路5内へ導入された外気とからなる混合気は、吸気バルブ9の開かれる際に、吸気ポート7を通じて燃焼室4内へ導入される。この燃焼室4に導入された混合気へ着火するために、シリンダヘッド8には点火プラグ27が取付けられている。この点火プラグ27はディストリビュータ28にて分配された点火信号に基づいて駆動される。ディストリビュータ28はイグナイタ29から出力される高電圧をエンジン1のクランク角に同期して点火プラグ27に分配するためのものである。そして、この点火プラグ27の点火によって燃焼室4内へ導入された混合気が爆発・燃焼され、ピストン3及びクランク

30 シャフト等を介してエンジン1の駆動力が得られる。このように燃焼室4にて燃焼された既燃焼ガスは、排気バルブ12が開かれる際に排気ポート11から排気通路6を通じて外部へ排出される。

【0015】前記エンジン1の運転状態を検出するために次の各種センサが設けられている。前記スロットルバルブ25の近傍には、同スロットルバルブ25が全閉状態にあるか否かを検出するとともに、全閉状態でない場合にスロットル開度TAを検出するスロットル開度センサ31が取付けられている。このスロットル開度センサ31はスロットル全閉検出手段も構成している。前記サージタンク26には吸気圧MVを検出するための吸気圧センサ32が設けられている。また、ディストリビュータ28にはエンジン1の回転に連動して回転されるロータ28aが設けられ、そのロータ28aの回転からエンジン回転数NEを検出する回転数センサ33が設けられている。エンジン1のシリンダブロック19には冷却水温THWを検出する水温センサ34が取付けられている。

50 【0016】前記のようなエンジン1の基本的構成に加

え、本実施例では図3で示すように前記吸気バルブ9の閉じタイミングを調整するための可変バルブタイミング機構が設けられている。次に、この可変バルブタイミング機構35について詳述する。

【0017】前記吸気側カムシャフト17の先端(図3の左端)に設けられたタイミングプーリ21は略円板状をなし、その外周には多数の外歯21aが形成され、中心部分にはボス21bが形成されている。また、外歯21aとボス21bの中間部分には筒状部21cが形成されている。そして、タイミングプーリ21はボス21bにて吸気側カムシャフト17の先端部外周に相対回転可能に嵌合されている。

【0018】前記吸気側カムシャフト17の先端面にはインナスリーブ36が取付けられている。インナスリーブ36は、大筒部36aとその反対側へ延びる小筒部36bとを備え、大筒部36aが前記ボス21bの外周に嵌合されて、同インナスリーブ36がタイミングプーリ21に対し相対回転可能となっている。また、インナスリーブ36は吸気側カムシャフト17の先端部に対しボルト37及びノックピン38により相対回転不能に固定されている。このインナスリーブ36は、前記タイミングプーリ21が吸気側カムシャフト17の軸方向へ移動するのを規制している。

【0019】前記タイミングプーリ21とインナスリーブ36とはアウトスリーブ39によって連結されている。アウトスリーブ39は外筒部39aと内筒部39bとを有する二重筒形状をなしている。アウトスリーブ39の外筒部39aはタイミングプーリ21の筒状部21cの外周に嵌合され、同アウトスリーブ39の内筒部39bはタイミングプーリ21の筒状部21cとインナスリーブ36の大筒部36aとの間に挿入されている。

【0020】さらに、インナスリーブ36の大筒部36aの外周、アウトスリーブ39の内筒部39bの内外周及びタイミングプーリ21の筒状部21cの内周にははす歯36c、39c、39d、21dが形成されている。これらのはす歯36c、39c、39d、21dは相互に噛合されており、その噛合の関係から、アウトスリーブ39が軸方向へ移動すると、タイミングプーリ21に対し吸気側カムシャフト17が相対回転する。

【0021】タイミングプーリ21の外歯21aにはタイミングベルト41が掛装されており、前述したようにクランクシャフトの回転がこのタイミングベルト41によりタイミングプーリ21に伝達される。従って、この回転力の伝達により、アウトスリーブ39により連結されたタイミングプーリ21とインナスリーブ36とが一体的に回転され、さらにボルト37及びノックピン38によりインナスリーブ36に連結された吸気側カムシャフト17が一体的に回転駆動される。

【0022】前記アウトスリーブ39の近傍には、これを吸気側カムシャフト17の軸方向へ移動させるための

ステップモータ42が配設されている。ステップモータ42は、周知のようにパルス信号が入力されると一定角度回転するモータであり、その出力軸には後面を開放した駆動筒43が取付けられている。駆動筒43の外周には外ねじ43aが螺刻されてウォームギヤとして構成されている。また、ステップモータ42には駆動筒43を覆うようにして筒状ガイド部材45が固定されている。

【0023】駆動筒43は前記インナスリーブ36の小筒部36b外周に対し相対回転可能に嵌合され、アウトスリーブ39の中心部を貫通している。一方、アウトスリーブ39には、内周に内ねじ44aを有するベアリング44が相対回転可能に組付けられている。そして、ベアリング44の内ねじ44aと駆動筒43の外ねじ43aとが互いに噛合されている。

【0024】前記ベアリング44の外周面の一部には軸方向へ延びる溝44bが形成され、この溝44bには、前記ガイド部材45の内周に設けられた突起45aが係入している。この突起45aは、前記ベアリング44の回転を阻止するとともに、軸方向への移動を可能にしている。従って、タイミングプーリ21と吸気側カムシャフト17とが一体回転しているときに、ステップモータ42が駆動されて駆動筒43が所定角度回転されると、回転を阻止されているベアリング44が軸方向へ移動される。これにともない、ベアリング44の取付けられたアウトスリーブ39が同一軸方向へ移動され、タイミングプーリ21と吸気側カムシャフト17との間に相対回転が生じて同吸気側カムシャフト17に振じりが付与される。

【0025】このように、本実施例の可変バルブタイミング機構35では、ステップモータ42を駆動制御することにより、アウトスリーブ39の軸方向における位置が変更され、その結果として吸気側カムシャフト17に振じりが付与される。これにより、吸気バルブ9の閉じタイミングが調整される。本実施例では、ステップモータ42の駆動筒43が正転するとアウトスリーブ39が図3の右方へ移動し吸気バルブ9の閉じタイミングが早められる。また、駆動筒43が逆転するとアウトスリーブ39が図3の左方へ移動し前記吸気バルブ9の閉じタイミングが遅らされるように設定されている。

【0026】なお、吸気側カムシャフト17の内部には油路46、47が形成され、それらの油路46、47を通じてタイミングプーリ21の内部に潤滑油が供給されるようになっている。

【0027】図2で示すように、前記スロットル開度センサ31、吸気圧センサ32、回転数センサ33及び水温センサ34は電子制御装置(ECU)48の入力側に電気的に接続されている。また、このECU48の出力側にはステップモータ42が電気的に接続されている。ECU48は、タイミング切替え制御手段及びタイミング補正手段としての中央処理装置(以下CPUという)

10

20

30

40

50

4.9と、読み出し専用メモリ（以下ROMという）51と、ランダムアクセスメモリ（以下RAMという）52と、入力ポート53と、出力ポート54とを備え、これらは互いにバス55によって接続されている。CPU49は、予め設定された制御プログラムに従って各種演算処理を実行し、ROM51はCPU49で演算処理を実行するために必要な制御プログラムや初期データを予め記憶している。また、RAM52はCPU49の演算結果を一時記憶する。

【0028】CPU49は、入力ポート53を介して前記スロットル開度センサ31、吸気圧センサ32、回転数センサ33及び水温センサ34からの信号を入力する。CPU49はこれらの検出信号に応じて吸気バルブ9の閉じタイミングを制御するために、ステップモータ42に駆動信号を出力する。

【0029】次に、前記のように構成された本実施例の作用及び効果について説明する。図4及び図5はCPU49によって実行される各処理のうち、吸気バルブ9の閉じタイミングを制御するためのフローチャートであり、所定時間毎の定時割り込みで実行される。

【0030】処理がこのルーチンに移行すると、CPU49はまずステップ101でスロットル開度センサ31からの検出信号を読み込み、スロットルバルブ25が全閉状態であるか否かを判定する。スロットルバルブ25が全閉状態でないと、CPU49はステップ102以降の処理で、吸気バルブ9の閉じタイミングがそのときの運転状態に応じたタイミングとなるよう調整する。

【0031】ステップ102で、CPU49はそのときのエンジン1の運転状態に応じた吸気バルブ9の目標閉じタイミングを算出する。そのために、CPU49はスロットル開度センサ31によるスロットル開度TA及び回転数センサ33によるエンジン回転数NE、さらには水温センサ34による冷却水温THWをそれぞれ読み込む。

【0032】CPU49は読み込んだスロットル開度TA及びエンジン回転数NEから、図6のマップを参照してそのときの目標閉じタイミングを求める。このマップは予めROM51に記憶されているものであり、同マップにはエンジン回転数NE及びスロットル開度TAをパラメータとする吸気バルブ9の閉じタイミングが規定されている。ここでの吸気バルブ9の閉じタイミングは角度で与えられており、詳しくは、ピストン3が下死点に位置したときを基準とし、この基準から何度進角したときに吸気バルブ9が閉じるかを数値で示している。本実施例では、この閉じタイミングがピストン3の下死点後40°（最も早い閉じタイミング）から110°（最も遅い閉じタイミング）の範囲で設定されている。

【0033】そして、CPU49は前記閉じタイミングにて吸気バルブ9を閉じさせるためには、ステップモータ42の駆動筒43を、基準位置から何ステップ回転さ

せる必要があるかを所定の演算式に基づいて算出し、これを目標ステップ数Vstepとする。さらに、CPU49は、前記のようにして算出した目標ステップ数Vstepに対し、そのときの冷却水温THWに応じて必要な補正を行う。

【0034】続いて、CPU49は図4のステップ103で、RAM52の所定エリアに格納されているステップモータ42の実ステップ数Vpositを取り込む。この実ステップ数Vpositは、基準角度からステップモータ42が実際に何ステップ進角あるいは遅角しているかを示した値である。そして、CPU49は前記ステップ102で算出された目標ステップ数Vstepからこの実ステップ数Vpositを減算し、ステップ数STEPとする。このステップ数STEPは、吸気バルブ9の目標とする閉じタイミングと実際の閉じタイミングとの偏差をステップモータ42の回転すべきステップ数として表したものである。

【0035】そして、CPU49はステップ104で、前記ステップ数STEPが「0」であるか否かを判定する。ステップ数STEPが「0」であれば、CPU49は吸気バルブ9の閉じタイミングが目標閉じタイミングと一致していると判断し、この処理ルーチンを一旦終了する。ステップ数STEPが「0」でないと、CPU49は吸気バルブ9の閉じタイミングが目標閉じタイミングからずれていると判断し、ステップ105へ移行する。

【0036】ステップ105で、CPU49はステップ数STEPが「0」よりも大きいと否かを判定する。ステップ数STEPが「0」よりも大きいと、CPU49はステップモータ42を正転させる必要があると判断し、ステップ106で回転方向指示フラグDIRを「0」とする。また、ステップ数STEPが「0」以下であると、CPU49はステップモータ42を逆転させる必要があると判断し、ステップ107で前記回転方向指示フラグDIRを「1」にする。この場合には、ステップ103で求められるステップモータ42の回転すべきステップ数STEPが負の値となるので、ステップ108でステップ数STEPの絶対値をとり正符号に変換する。

【0037】次のステップ109で、CPU49は回転方向指示フラグDIRが「1」であるか否かを判定する。回転方向指示フラグDIRが「1」であると、CPU49はステップ110でステップモータ42の駆動筒43を逆転させるための駆動信号を出力ポート54を介してステップモータ42に出力する。すると、駆動筒43が1ステップに対応した角度だけ逆転し、アウトスリーブ39が図3の左方へ移動する。これにより、タイミングブリー21と吸気側カムシャフト17との間に相対回転が生じて同吸気側カムシャフト17に振じりが付与され、吸気バルブ9の閉じタイミングが遅らされる。

【0038】これとは逆に、前記ステップ109で回転方向指示フラグDIRが「0」であると、CPU49はステップ111でステップモータ42を正転させるための駆動信号を出力ポート54を介しステップモータ42に出力する。すると、駆動筒43が1ステップに対応した角度だけ正転し、アウトスリーブ39が図3の右方へ移動する。これにより、タイミングブリー21と吸気側カムシャフト17との間に相対回転が生じて同吸気側カムシャフト17に振りが付与され、吸気バルブ9の閉じタイミングが早められる。

【0039】続いて、CPU49はステップ112で、前記ステップ103でのステップ数STEPから「1」を減算し、その減算結果を新たなステップ数STEPとして置き換える。そして、CPU49はステップ113でステップ数STEPが「0」であるか否かを判定し、「0」となるまでステップ109～112の処理を繰り返す。その結果、ステップモータ42は前記ステップ103で求めたステップ数STEPだけ所定方向に回転し、吸気バルブ9の閉じタイミングが前述した目標閉じタイミングになる。

【0040】前記ステップ101においてスロットルバルブ25が全閉状態であると、CPU49は車両が減速中であると判断して図5のステップ120へ移行し、吸気圧センサ32による吸気圧MVを読み込む。そして、CPU49はステップ121で、読み込んだ吸気圧MVが目標吸気圧MV<sub>r</sub>よりも低いかなかを判定する。この目標吸気圧MV<sub>r</sub>は、シリンダ2とピストン3との間からエンジンオイルが燃焼室4側へ吸引される、いわゆるオイル上がりが発生しない最も低い吸気圧であり、ROM51に予め設定されている。吸気圧MVが目標吸気圧MV<sub>r</sub>以上(MV $\geq$ MV<sub>r</sub>)のときには、そのときの吸気バルブ9の閉じタイミングではオイル上がりが生じないと判断されるので、ステップ122の処理を実行する。

【0041】すなわち、吸気バルブ9の閉じタイミングができるだけ遅いタイミングとなるように、前記ステップ102で求めた目標ステップ数Vstepから所定ステップ数 $\alpha$ を減算し、前記ステップ103以降の処理を行う。すると、吸気バルブ9の閉じタイミングが遅くなって、一旦燃焼室4に導入された空気が吸気ポート7側に押し戻される。これにより、吸入空気量が負荷に見合った量(少量)となり、ポンピングロスが低減され燃費が向上する。

【0042】一方、前記ステップ121において、そのときの吸気圧MVが目標吸気圧MV<sub>r</sub>よりも低い(MV<MV<sub>r</sub>)と、CPU49はステップ123で吸気バルブ9の目標閉じタイミングが予め定めた所定タイミングだけ早くなるように、前記ステップ102で求めた目標ステップ数Vstepに所定ステップ数 $\alpha$ を加算する。そして、CPU49は加算結果を新たな目標ステップ数Vsl

epとし、前記ステップ103以降の処理を行う。すると、吸気バルブ9の閉じタイミングが所定タイミング早められて、吸気圧MVが若干上昇する。そして、このステップ123での処理は、バルブオーバーラップが「0°」よりも大きな値となって吸気圧MVが目標吸気圧MV<sub>r</sub>と一致するまで繰り返される。

【0043】ここで、図8において破線で示すように、スロットルバルブ25の全閉時に吸気バルブ9の閉じタイミングを、エンジン回転数NEに関係なく一様に最も遅いタイミング(110°)にすると、図7において破線で示すように、エンジン回転数NEが上昇するに従い吸気圧MVが低下する傾向がある。この吸気圧MVを目標吸気圧MV<sub>r</sub>以上とするためには、図8において実線で示すように吸気バルブ9の閉じタイミングを、エンジン回転数NEが高くなるに従い早くする必要がある。

【0044】そして、CPU49は図5の前記ステップ121で吸気圧MVが目標吸気圧MV<sub>r</sub>以上になるとステップ122以降の処理を行う。これにより、吸気圧MVが目標吸気圧MV<sub>r</sub>に維持される。

【0045】このように本実施例では、スロットルバルブ25が全閉でない場合には、吸気バルブ9の閉じタイミングを、そのときの運転状態に応じたタイミングにし(ステップ102)、前記スロットルバルブ25が全閉のとき、前記吸気バルブ9の閉じタイミングを前記運転状態に応じたタイミングよりも遅いタイミング(110°)にする。また、スロットルバルブ25が全閉であり、かつ吸気圧MVが予め定めた所定値(目標吸気圧MV<sub>r</sub>)よりも低いとき、その吸気圧MVを前記目標吸気圧MV<sub>r</sub>にすべく、前記のように一旦遅らされた吸気バルブ9の閉じタイミング(110°)を早めるようにした(ステップ123)。

【0046】このため、スロットル全閉減速時に吸気バルブの閉じタイミングを一様に遅くした従来技術では高回転域での吸気圧が低くなってしま(図7の破線参照)のに対し、本実施例では吸気バルブ9の閉じタイミングを早くすることによりバルブオーバーラップが拡大し、前記のように低い吸気圧MVを上昇させることができる。つまり、バルブオーバーラップの拡大により、圧力の高い排気側から吸気側への流れが発生し、吸気管圧力が上昇する。その結果、低負荷時のポンピングロスの低減及び燃費向上を図りつつ、オイル上りを抑制して、オイル消費の増大を防止することができる。

【0047】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、スロットルバルブが全閉であり、かつそのスロットルバルブよりも下流側の吸気通路の吸気圧が予め定めた所定値よりも低いとき、その吸気圧を所定値にすべく一旦遅らされた吸気バルブの閉じタイミングを早めるようにしたので、ポンピングロス低減及び燃費向上を図りつつ、スロットル全閉時に吸気圧が極度に低下するのを防止し、

その吸気圧低下によるオイル上がりを抑制して無駄なオイル消費を低減することが可能になるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の概念構成図である。

【図2】本発明を具体化した一実施例の可変バルブタイミング制御装置の概略構成を示す図である。

【図3】一実施例の可変バルブタイミング機構の拡大断面図である。

【図4】一実施例における吸気バルブの閉じタイミング制御を説明するフローチャートである。

【図5】一実施例における吸気バルブの閉じタイミング制御を説明するフローチャートである。

【図6】一実施例において、エンジン回転数とスロットル開度とをパラメータとして吸気バルブの閉じタイミン

グを予め定めたマップを示す図である。

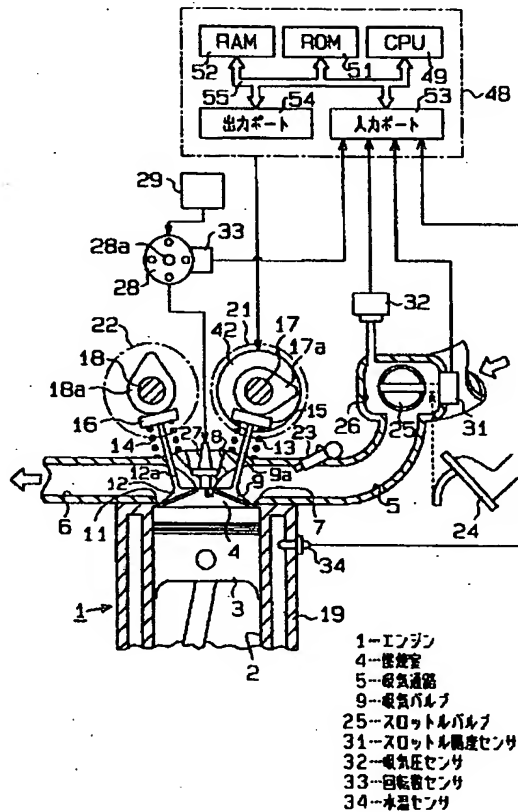
【図7】エンジン回転数と吸気圧との関係を示す図である。

【図8】エンジン回転数と吸気バルブの閉じタイミングとの関係を示す図である。

【符号の説明】

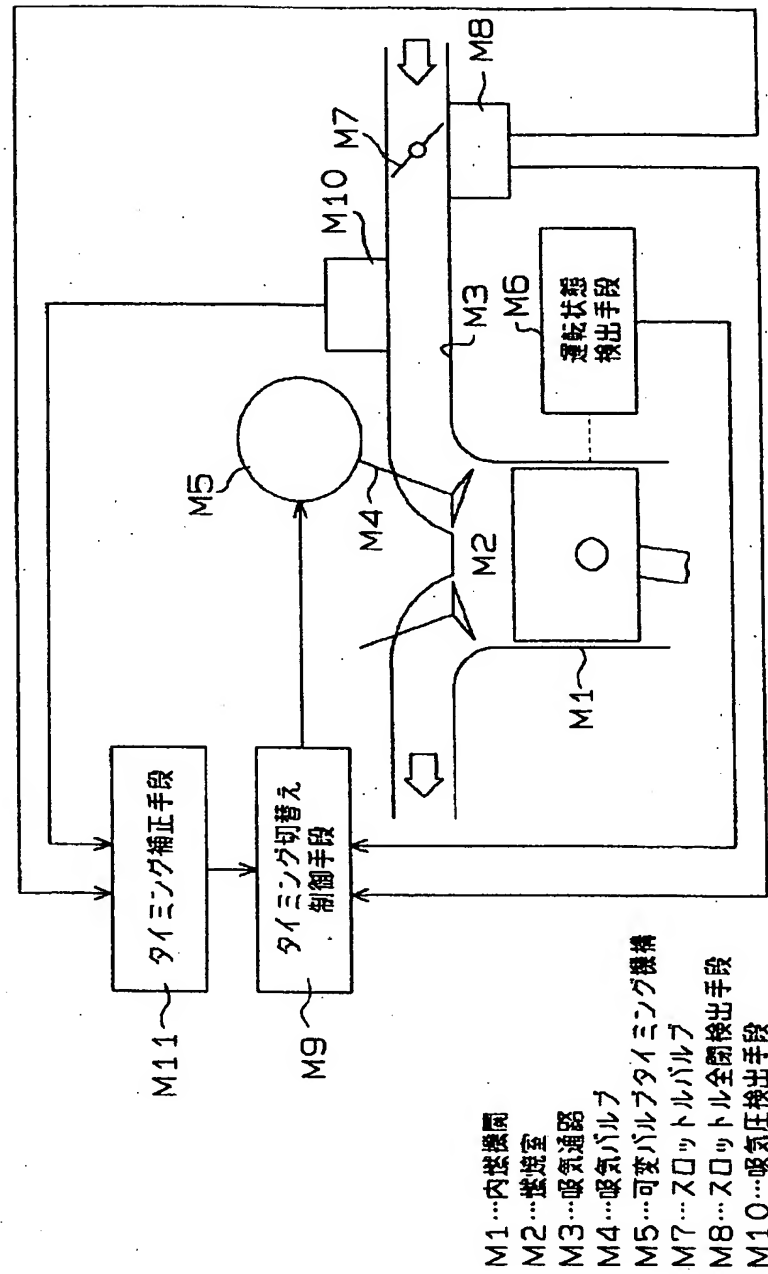
1…内燃機関としてのエンジン、4…燃焼室、5…吸気通路、9…吸気バルブ、25…スロットルバルブ、31…運転状態検出手段の一部及びスロットル全閉検出手段を構成するスロットル開度センサ、32…吸気圧検出手段としての吸気圧センサ、33…運転状態検出手段の一部を構成する回転数センサ、34…運転状態検出手段の一部を構成する水温センサ、35…可変バルブタイミング機構、49…タイミング切替え制御手段及びタイミング補正手段を構成するCPU

【図2】

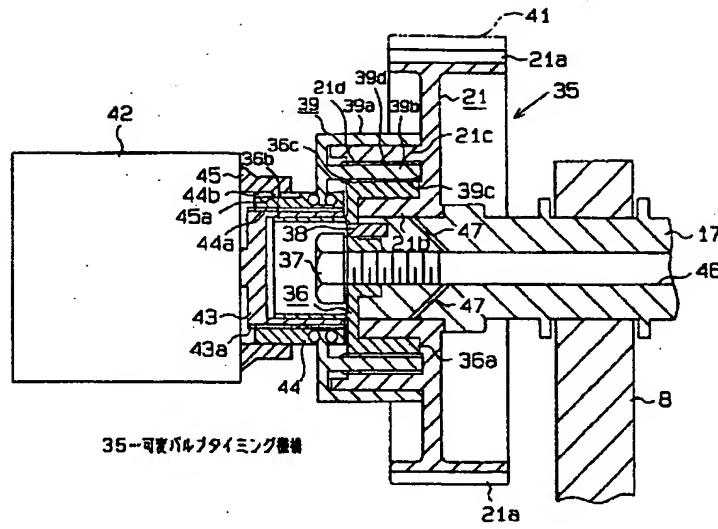




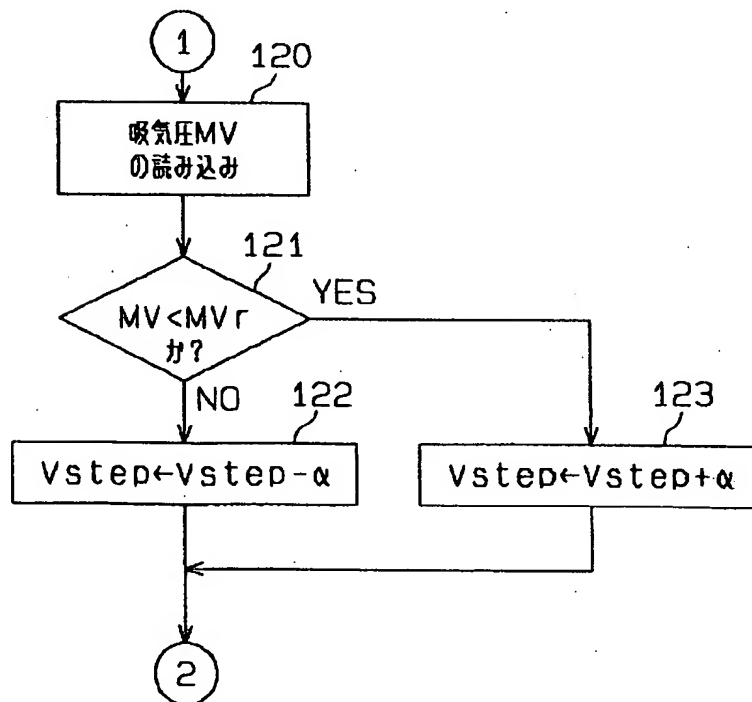
【図1】



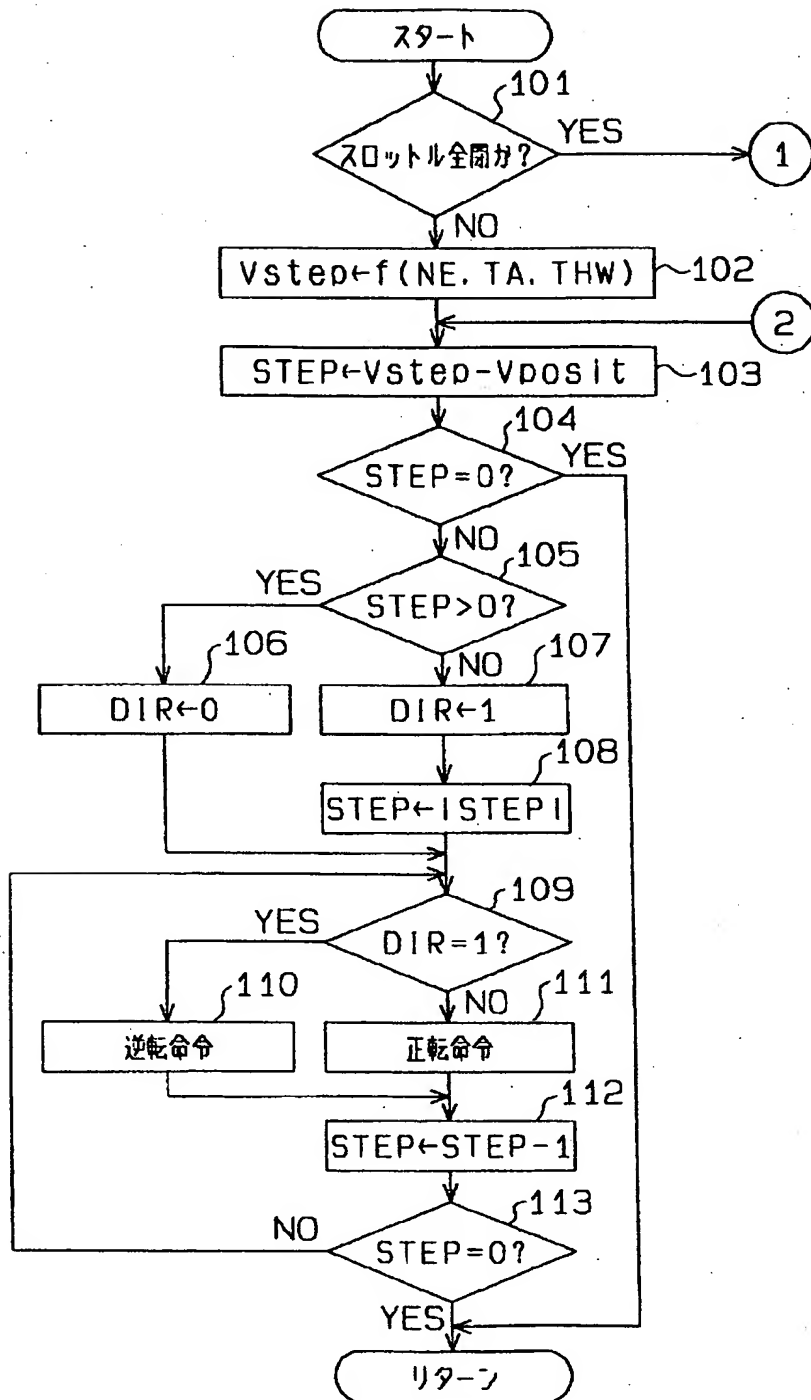
【図3】



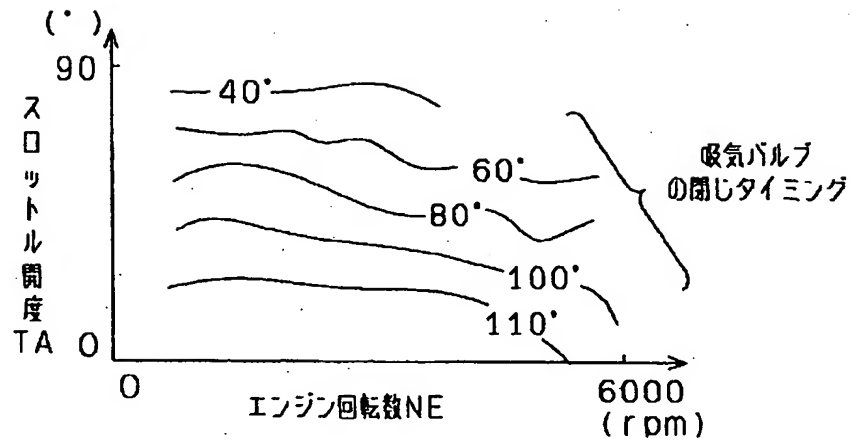
【図5】



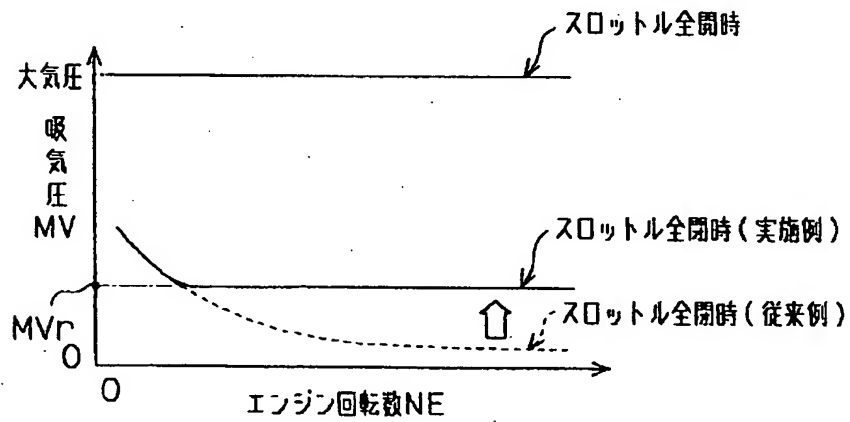
【図4】



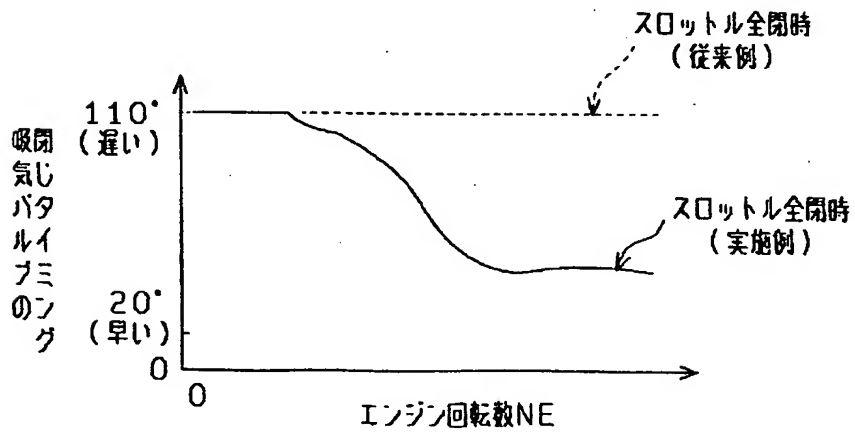
【図6】



【図7】



【図8】



(19) Japanese Patent Office (JP) (12) Unexamined Patent Gazette (A) (11) Unexamined Patent Application No:

H5-99007

(43) Date of Publication: April 20, 1993

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	Class. Symbols	Internal Office Registration Nos.:	F1	Engineering Indication location
F02D 13/02		G 7367-3G		
F01L 1/34		Z 6965-3G		
F02D 45/00	310	F8109-3G		

Request for Examination: not requested yet Number of Invention: 1 (Total of 11 pages)

(21) Patent application H3-264099

(22) Application date: October 11, 1991

(71) Applicant: 000003207

Toyota Motor Corp.

1 Toyota-cho, Toyoda, Aichi Prefecture

(72) Inventor: Masahito Goto

c/o Toyota Motor Corp.

1 Toyota-cho, Toyoda, Aichi Prefecture

(72) Inventor: Yoshihiro Iwashita

c/o Toyota Motor Corp.

1 Toyota-cho, Toyoda, Aichi Prefecture

(72) Inventor: Toshimi Kashiwakura

c/o Toyota Motor Corp.

1 Toyota-cho, Toyoda, Aichi Prefecture

(74) Agent: Hironobu Onda, a patent attorney

(54) [Title of Invention]

## Variable Valve Timing Control Device

(57) [Abstract]

[Purpose]

To reduce oil consumption waste by preventing a drastic drop of intake pressure during the total opening of the throttle and control of oil rise caused by the drop of intake pressure

[Constitution]

The variable valve timing control device comprises a variable valve timing mechanism for closing the intake valve 9 to adjust the timing, various sensors 31~34, and an electronic control unit (ECU) 48 for controlling the variable valve timing mechanism based on signals detected by the sensors 31 ~ 34. ECU 48 sets the closure timing corresponding to driving status when throttle valve 25 is not totally open, and sets the closure timing to be slower than that corresponding to the driving status when throttle valve 25 is totally open. Moreover, ECU 48 makes the closure timing of intake valve, which is once made slower, to be faster to bring the intake pressure to a pre-determined value when throttle valve 25 is totally opened and the intake pressure is lower than a pre-determined value.

54: Output port

53: Input port

1. engine 4. Combustion chamber 5. Intake passage 9. Intake valve 25. Throttle valve 31. Throttle opening level sensor 32. Intake pressure sensor 33. Rotation number sensor 34. Water temperature sensor

[Scope of Claims]

[Claim 1]

A variable valve timing control device provided with:

a variable valve timing mechanism for adjusting closure timing of the intake valve that opens and closes the intake passage to the combustion chamber in a combustion engine based on the driving state of the combustion engine,

a driving state detection means for detecting the driving state of the combustion engine,

a throttle total closure detection means for detecting whether or not the throttle valve installed in the intake passage is totally closed, and

a timing switching control means for setting the closure timing of the intake valve through the variable valve timing mechanism to a timing corresponding to the driving state detected by the driving state detection means when the condition of the throttle valve detected by the throttle total closure detection means is not totally closed, and setting the closure timing of the intake valve to be slower than the timing corresponding to the driving state when the throttle valve is totally closed, and is further provided with:

an intake pressure detection means for detecting intake pressure of the intake passage downstream of the throttle valve, and

a timing correction means for making the closure timing of the intake valve once delayed by the timing switching control means to be faster to restore the intake pressure to a pre-determined value when the condition of the throttle valve detected by the throttle total closure detection means is totally closed and the intake pressure detected by the intake pressure detection means is lower than a pre-determined value.

[Detailed Description of Invention]

[Field of Application]

The present invention relates to a variable valve timing control device for controlling the timing of opening and closing an intake valve of a combustion engine.

[0002]

[Prior Art]

In conventional engines used heretofore, the amount of air mixture to the combustion chamber is adjusted by reducing the amount of intake air through a throttle valve. However, when the amount of intake air is reduced by throttle valve during engine intake process, pumping loss is produced resulting in the problem of poor fuel efficiency.

[0003]

Various technologies (for example, the "Intake Air Amount Control Device In A Combustion Engine" disclosed in Japan Laid Open Patent Publication S59-119007) are proposed to overcome aforementioned problem and the like by making the closure of the intake valve to be slower during the low-load driving state. With such technology, because the timing of valve closure of the intake valve is delayed, air once introduced to combustion chamber is pushed back to the intake port side. Hence, the amount of the intake air matches the low-load state (small amount), reducing the pumping loss and improving fuel efficiency.

[0004]

[Problem Overcome by Invention]

However, in the prior art technology, when the throttle valve is totally closed to decelerate during the low-load state, for example, intake pressure becomes low particularly in the high rpm range. In such a state, so-called oil rise occurs in which engine oil is taken into the combustion chamber side through the space between the cylinder and the piston due to lowering of intake pressure described above, creating the problem of increased oil consumption.

[0005]

Considering this, the present invention has the objective of providing a variable valve timing control device that enables reduction of wasteful oil consumption by preventing a drastic drop in intake pressure during the throttle total closure state to control oil



rise caused by the intake pressure drop while reducing pumping loss and improving fuel efficiency.

[0006]

#### [Problem Resolution Means]

In order to achieve above objectives, the present invention provides a variable valve timing control device, of a type of a variable valve timing control device comprising a variable valve timing mechanism M5 for adjusting the closure timing of the intake valve M4 that opens and closes intake passage M3 to the combustion chamber M2 in a combustion engine M1 based on the driving state of the combustion engine M1, a driving state detection means M6 for detecting the driving state of the combustion engine M1, a throttle total closure detection means M8 for detecting whether or not the throttle valve M7 installed in the intake passage M3 is totally closed, and a timing switching control means M9 for setting the closure timing of the intake valve M4 through the variable valve timing mechanism M5 to a timing corresponding to the driving state detected by the driving state detection means M6 when the condition of the throttle valve M7 detected by the throttle total closure detection means M8 is not totally closed, and setting the closure timing of the intake valve M4 to a timing slower than the timing corresponding to the driving state when the throttle valve M7 is totally closed, and further comprising, an intake pressure detection means M10 for detecting intake pressure of the intake passage M3 downstream of the throttle valve M7, and a timing correction means M11 for making the closure timing of the intake valve M4 once delayed by the timing switching control means M9 faster to restore the intake pressure to a pre-determined value when the condition of the throttle valve M7 detected by the throttle total closure detection means M8 is totally closed and the intake pressure detected by the intake pressure detection means M10 is lower than a pre-determined value, as described in Fig. 1.

[0007]

#### [Operation]

During driving of combustion engine M1, driving state detection means M6 detects the driving state, and throttle total closure detection means M8 detects whether or not the

throttle valve M7 is totally closed. If the condition of throttle valve M7 is not totally closed, timing switching control means M9 sets the closure timing of intake valve M4 through variable valve timing mechanism M5 to timing corresponding to the driving state detected by the driving state detection means M6. Moreover, if the throttle valve M7 is totally closed, the timing switching control means M9 sets the closure timing of the intake valve M4 to timing slower than the timing corresponding to the driving state.

[0008]

When the closure timing of the intake valve M4 is being controlled, the intake pressure of intake passage M3 downstream of throttle valve M7 is detected by intake pressure detection means M10. Moreover, if the condition of throttle valve M7 detected by throttle valve total closure detection means M8 is totally closed and the intake pressure detected by intake pressure detection means M10 is lower than a pre-determined pressure, timing correction means M11 expands the amount of valve overlap by making closure timing of intake valve M4, which once is delayed by the timing switching control means M9, faster in order to restore the intake pressure detected by intake pressure detection means M10 to a pre-determined value.

[0009]

Hence, even though intake pressure decreases during total closure of throttle valve M7, particularly in high rotation range, the intake pressure is restored to a pre-determined value by making the closure timing of intake valve M4 faster. For this reason, occurrence of oil rise may be prevented by setting a pre-determined value to the value that prevents suction of engine oil to combustion chamber side through a space between the cylinder and the piston.

[0010]

[Embodiment]

An embodiment of the present invention is described hereafter, using Fig. 2 ~ Fig. 8 as a reference. Fig. 2 illustrates a schematic structure of a multi-cylinder gasoline engine 1 (only one cylinder is represented) comprising the variable valve timing device

of the present embodiment. Piston 3 which moves vertically with the rotation of the crankshaft is housed in cylinder 2 of engine 1. Combustion chamber 4 is formed above piston 3 and intake passage 5 and exhaust passage 6 are connected to the combustion chamber 4. The connection section of combustion chamber 4 and intake passage 5 is intake port 7 that is opened or closed by intake valve 9 that is attached, free to move vertically, to cylinder head 8. Moreover, the connection section of combustion chamber 4 and exhaust passage 6 is exhaust port 11 that is opened or closed by exhaust valve 12 that is attached, free to move vertically, to cylinder head 8.

[0011]

Intake valve 9 and exhaust valve 12 comprises respectively stem 9a and 12a extending upwards, and valve springs 13, 14 in compressed state, valve lifters 15, 16 and the like are attached to the top of each of the stems 9a, 12a. Intake side camshaft 17 and exhaust side camshaft 18 are provided, free to rotate, above each of valve lifters 15 and 16. To each of camshafts 17, 18, cams 17a and 18a that opens and closes the intake valve 9 and exhaust valve 12 are respectively integrated to form one unit. Timing pulleys 21 and 22 are respectively attached to the tip section of intake side camshaft 17 and exhaust side camshaft 18 with both timing pulleys 21 and 22 being connected to the crankshaft by means of a timing belt.

[0012]

Moreover, the valve spring 13, 14 energize intake valve 9 and exhaust valve 12 upward so that valve lifters 15, 16 are always in contact with cams 17a and 18a respectively. The direction of energizing is the direction in which the intake port 7 and exhaust port 11 are closed, owing to which, when the rotation of the crank shaft is transmitted to each of timing pulleys 21, 22 by means of a timing belt, intake side camshaft 17 and exhaust side cam shaft 18 rotate. With this, cams 17a, 18a periodically push valve lifters 15, 16 against energized force of valve spring 13, 14, and these valve lifters 15, 16 push intake valve 9 and exhaust valve 12 downward to cause opening and closing operations.

[0013]

Fuel injection valve 23 is installed in the vicinity of intake port 7 in the intake passage 5. Moreover, throttle valve that opens and closes interlocking with operation of axel pedal 24 is provided in intake passage 5 in the upstream side from the fuel injection valve 23. Moreover, opening and closing of the throttle valve 25 controls the amount of intake air to intake passage 5. Furthermore, surge tank 26 for smoothing pulse of intake air is arranged between fuel injection valve 23 and throttle valve 25.

[0014]

The mixture consisting of fuel to be injected from the fuel injection valve 23 and external air to be introduced into intake passage 5 is introduced to combustion chamber through intake port 7 when intake valve 9 is opened. Ignition plug 27 for igniting the mixture being introduced to the combustion chamber 4 is attached to cylinder head 8. Ignition plug 27 is driven by the ignition signals to be distributed by distributor 28. Distributor 28 synchronizes high voltage to be output by igniter 29 with crank angle of engine 1 and distribute the voltage to ignition plug 27. Moreover, by ignition of the ignition plug 27, the mixture introduced to combustion chamber 4 is exploded and combusted and the driving force of engine 1 is obtained through piston 3, the crankshaft and the like. The combusted gas, after combustion in combustion chamber 4 the in above manner, is exhausted externally through exhaust passage 6 from exhaust port 11 with the opening of exhaust valve 12.

[0015]

The following various sensors are provided for detection of driving state of the engine 1. Throttle opening level sensor 31 is attached in the vicinity of the throttle valve 25 to determine whether or not the throttle valve 25 is in total closure state and to detect throttle opening level TA if the throttle valve 25 is not in total closure state. The throttle opening level sensor 31 constitutes a throttle total closure detection means as well. Intake pressure sensor 32 for detecting intake pressure MV is provided in aforementioned surge tank 26. Moreover, rotor 28a to be rotated interlocking rotation of engine 1, and rotation number sensor 33 for detecting engine rotation number NE based on the rotation of the rotor 28a are provided in distributor 28. Water temperature sensor 34 for detecting cooling water temperature THW is attached to cylinder block 19 of engine 1.

[0016]

In addition to the basic structure of engine 1, the present embodiment installs a variable valve timing mechanism for adjusting closure timing of the intake valve 9, which is illustrated in Fig. 3. The variable valve timing mechanism 35 will be described in detail, hereafter.

[0017]

Timing pulley 21 installed at the tip (left edge of Fig. 3) of the intake side camshaft 17 has virtually disk shape with outer gear 21a having numerous teeth formed along the perimeter and boss 21b formed in the center section of the disk. Moreover, cylindrical member 21c is formed between outer gear 21a and boss 21b. Furthermore, timing pulley 21 is engaged, free to rotate, in the perimeter of the tip section of intake side camshaft at boss 21b.

[0018]

Inner sleeve 36 is attached at the tip surface of the intake side camshaft 17. Inner sleeve 36 comprises large cylinder section 36a and small cylinder part 36b extending opposite from large cylinder part 36a. Inner sleeve 36 rotates relative to timing pulley 21 through engagement of large cylinder part 36a with outer perimeter of the boss 21b. Moreover, inner sleeve 36 is anchored by bolt 37 and knock pin 38 in such a manner that it does not rotate relative to the edge section of intake side camshaft 17. The inner sleeve 36 restricts movement of the timing sleeve 21 in the axis direction of intake side camshaft 17.

[0019]

The timing pulley 21 and inner sleeve 36 are joined by outer sleeve 39. Outer sleeve 39 comprises outer cylinder part 39a and inner cylinder part 39b, forming double cylinder shape. Outer cylinder part 39a of outer sleeve 39 engages the outer perimeter of cylinder part 21c of timing sleeve 39, and inner cylinder part 39b of the outer sleeve 39 is inserted between cylinder part 21c of timing pulley 21 and large cylinder part 36a of inner sleeve 36.

[0020]

Moreover, helical gears 36c, 39c, 39d, 21d are formed along outer perimeter of large cylinder part 36 of inner sleeve 36, along inner and outer perimeters of inner cylinder part 39b of outer sleeve 39, and along inner perimeter of cylinder part 21c of timing sleeve 21. These helical gears 36c, 39c, 39d, 21d mutually engage with one another, which causes intake side camshaft 17 to rotate relative to timing pulley 21 with movement of outer sleeve 39 in the axis direction.

[0021]

Timing belt 41 is hung on outer gear 21a of timing pulley 21, and, as explained before, rotation of the crankshaft is transmitted to timing pulley 21 by timing belt 41. Hence, through the transmission of this rotation force, timing pulley 21 and inner sleeve 36 which are joined by outer sleeve 39 rotate as one unit, and intake side camshaft 17 which is joined to inner sleeve 36 by bolt 37 and knock pin 38 rotates with inner sleeve 36 as one unit.

[0022]

Step motor 42 is provided in the vicinity of the outer sleeve 39 for moving outer sleeve 39 in the axis direction of intake side camshaft 17. Step motor 42 is a motor that rotates by certain angle when pulse signal is input. Driving cylinder 43a with exposed rear surface is attached to the output axis of the step motor 42. Outer screw 43a is engraved on the outer perimeter of driving cylinder 43 to form worm gear. Moreover, cylindrical guide member 45 is anchored on step motor 42 in such a manner that it covers driving cylinder 43.

[0023]

Driving cylinder 43, running through the center section of outer sleeve 39, engages in outer perimeter of small cylinder part 36b of the inner sleeve 36 in such a manner that they rotate relative to each other. Meanwhile, bearing 44 having inner screw 44a along inner perimeter is installed on outer sleeve 39 in such a manner that they rotate relative to each other. Moreover, inner screw 44a of bearing 44 and outer screw 43a of driving cylinder 43 mesh with each other.

[0024]

Groove 44b extending in axis direction is formed on some parts of outer perimeter surface of the bearing 44. Protrusion 45a provided in the inner perimeter of the guide member 45 protrudes in groove 44b. Protrusion 45a stops rotation of the bearing 44, at the same time enables movement in axis direction. Hence, when timing pulley 21 and intake side camshaft 17 rotate as one unit and driving cylinder 43 rotates by a pre-determined angle being driven by step motor 42, bearing 44, unable to rotate, moves in the axis direction. With this movement, outer sleeve 39, to which bearing 44 is attached, moves the same axis direction, causing timing sleeve 21 and intake side camshaft 17 to rotate relative to each other, and twist is generated on the intake side camshaft 17.

[0025]

As described above, in the variable valve timing mechanism 335 of the present embodiment, position of outer sleeve 39 in the axis direction is changed by driving control of step motor 42, as a result of which, twist is generated in intake side camshaft 17. This twist causes adjustment of the closure timing of intake valve 9. In the present embodiment, with clockwise rotation of driving cylinder 43 of step motor 42, outer sleeve 39 moves to the right in Fig. 3, causing closure timing of intake valve 9 to be faster. Moreover, with counterclockwise rotation of driving cylinder 43, outer sleeve 39 moves to the left in Fig. 3, causing the closure timing of the intake valve 9 to be slower.

[0026]

Here, oil passages 46, 47 are formed inside intake side camshaft 17 for supplying lubrication oil inside timing pulley 21.

[0027]

In Fig. 2, the throttle opening level sensor 31, intake pressure sensor 32, rotation number sensor 33 and water temperature sensor 34 are electrically connected at the input side of electronic control unit (ECU) 48. Moreover, step motor 42 is electrically connected to the output side of electronic control unit (ECU) 48. ECU 48 comprises a

central processing unit (hereafter, CPU) 49 functioning as timing switching control means and timing correction means, reading only memory (hereafter, ROM) 51, random access memory (hereafter RAM) 52, input port 53, and output port 54, all of which are mutually connected by bus 55. CPU 49 executes various algorithms based on preprogrammed control program. ROM 51 stores beforehand control programs and initial data necessary for CPU 49 to execute algorithm. Moreover, RAM 52 temporarily stores the results of an algorithm by CPU 49.

[0028]

CPU 49 inputs signals from the throttle opening level sensor 31, intake pressure sensor 32, rotation number sensor 33 and water temperature sensor 34 through input port 53. CPU 39 outputs driving signals to step motor 42, in order to control the closure timing of intake valve 9 responding to these detection signals.

[0029]

The operation and efficacy of the present embodiment with aforementioned structure will be described next. Fig. 4 and Fig. 5 are flowcharts for controlling the closure timing of intake valve 9 out of each process to be executed by CPU 49. The flowcharts are executed with fixed time interruption for each a pre-determined time interval.

[0030]

When the process moves to this routine, CPU 49 first reads detection signals from throttle opening level sensor 31 and determines whether or not throttle valve 25 is in totally closed state In step 101. If throttle valve 25 is not in totally closed state, CPU 49 adjusts the closure timing of intake valve 9 to be the timing corresponding to the driving state at that time process 102 and thereafter.

[0031]

In step 102, CPU 49 computes a target closure timing of intake valve 9 corresponding to the driving state of engine 1 at that time. To do this, CPU 49 reads throttle opening level TA detected by throttle opening level sensor 31, engine rotation number NE



detected by rotation number sensor 33, and cooling water temperature THW detected by water temperature sensor 34.

[0032]

CPU 49 computes the target closure timing at that time from throttle opening level TA and engine rotation number NE with reference to the map in Fig. 6. This map is pre-stored in ROM 51, the closure timing of intake valve 9 with parameters of engine rotation number NE and throttle opening level TA is regulated in the map. The closure timing of intake valve here is given in terms of an angle. More precisely, the angle by which piston 3 advances to close intake valve from the reference point where piston 3 is at the bottom dead center angle is given in numerical value. In the present embodiment, the closure timing is set in the range of 40° (the fastest closure timing) to 110° (the slowest closure timing) from the point where piston is at the bottom dead center.

[0033]

Moreover, in order to close intake valve 9 with the timings, CPU 49 computes necessary steps of rotation of driving cylinder 43 of step motor 42 using a pre-determined algorithms. Result of the algorithm is defined as the target step number Vstep. Moreover, CPU 49 executes necessary correction of target step number Vstep computed in the manner explained above corresponding to cooling water temperature THW at that time.

[0034]

Next, CPU 49 reads real step number Vposit of step motor 42 which is stored in a pre-determined area of RAM 52 in step 103 in Fig. 4. This real step number Vposit represents a value indicating by how many steps step motor is actually advanced or delayed in the angle from a reference angle. Moreover, CPU 49 subtracts real step number Vposit from target step number Vstep which is computed at the step 102, and defines it as step number STEP. This step number STEP represents a deviation of actual closure timing from target closure timing of intake valve 9 indicated as step number for step motor 42 to be rotated.

[0035]

Next In step 104, CPU 49 determines whether or not the step number STEP is 0. If step number STEP is "0", CPU 49 decides that closure timing of intake valve 9 coincide with the target closure timing, and completes the current routine for time being. If step number STEP is not "0", CPU 49 decides that the closure timing of intake valve 9 is deviated from the target closure timing and moves to step 105.

[0036]

In step 105, CPU 49 determines whether or not step number STEP is greater than "0". If step number STEP is greater than "0", CPU 49 decides thIn step motor 42 needs to be rotated clockwise, and makes rotation direction indication flag DIR "0" In step 106. Moreover, if step number STEP is "0" or less, CPU 49 decides thIn step motor 42 needs to be rotated counterclockwise, and makes the rotation direction indication flag "1" at 107. In this case, step number STEP that represents the number of steps step motor 42 is to be rotated, which is computed In step 103, becomes negative, and hence, In step 108, the number is changed to positive number by taking absolute value of the number.

[0037]

Next In step 109, CPU 49 determines whether or not rotation direction indication flag DIR is "1". If rotation direction indication flag is "1", CPU 49 outputs driving signal to step motor 42 through output port 54 for driving cylinder 43 of step motor 54 to rotate counterclockwise In step 110. Then driving cylinder 43 rotates counterclockwise by the angle corresponding to 1 step, and outer sleeve 39 moves to the left in Fig. 3. This creates twist in intake side camshaft 17 due to rotation of timing sleeve 39 and intake side camshaft 17 relative to each other, which causes delay in closure timing of intake valve 9.

[0038]

Conversely, if rotation direction indication flag DIR is "0" at the step 109, CPU 49 CPU 49 outputs driving signal to step motor 42 through output port 54 for driving cylinder 43 of step motor 54 to rotate clockwise In step 111. Then driving cylinder 43 rotates

clockwise by the angle corresponding to 1 step, and outer sleeve 39 moves to the right in Fig. 3. This creates twist in intake side camshaft 17 due to rotation of timing sleeve 39 and intake side camshaft 17 relative to each other, which causes speed-up in closure timing of intake valve 9.

[0039]

Next, CPU 49 subtracts "1" from step number STEP in the step 103, and replace the number in step number STEP with new number In step 112. Moreover, CPU 49 determines In step 113 whether or not step number STEP is "0", and repeats the process of step 103 ~ 112 until step number STEP becomes "0". As a result, step motor 42 rotates in a pre-determined direction equivalent to the number in step number STEP obtained in the step 103, and the closure timing of intake valve 9 equals the closure timing of intake valve 9.

[0040]

If throttle valve 25 is in total closure state at the step 101, CPU 49 decides that the vehicle is in deceleration state, moves to step 120 in Fig. 5, and reads intake pressure with intake pressure sensor 32. Moreover, CPU 49 determines whether or not intake pressure just read is lower than target intake pressure  $MV_r$ . This target intake pressure  $MV_r$  is the lowest intake pressure for preventing occurrence of so-called oil rise, namely, suction of engine oil into combustion chamber 4 through a space between cylinder 2 and piston 3. Target intake pressure is set in ROM 51 beforehand. If intake pressure  $MV$  is equal to or higher than target intake pressure  $MV_r$  ( $MV \geq MV_r$ ), CPU 49 decides that oil rise does not occur with the closure timing of intake valve 9 at that time, and executes step 122.

[0041]

In other words, CPU 49 subtracts a pre-determined step number  $X$  from target step number  $Vstep$  obtained at the step 102 to make closure timing of intake valve as slow as possible, and executes step 103 and thereafter. Then the closure timing of intake valve 9 becomes slower, which pushes back air once introduced in combustion chamber 4 to intake port 7 side, it reduces the amount of intake air to match the load (small amount), and pumping loss is minimized. Hence, fuel efficiency is improved.

[0042]

On the other hand, if intake pressure MV is lower than target intake pressure MVr ( $MV < MVr$ ), CPU 49 adds a pre-determined step number  $\alpha$  to target step number Vstep obtained at the step 102 to make target closure timing of intake valve become faster by a pre-determined timing. Next, CPU 49 replaces target step number Vstep with the number obtained by adding  $\alpha$ , and executes the step 103 and thereafter. Then the closure timing of intake valve 9 is sped-up by a pre-determined timing, which causes intake pressure to rise slightly. Moreover, the process at this step 1023 is repeated until valve overlap becomes greater than "0°" and intake pressure MV becomes equal to target intake pressure MVr.

[0043]

Here, if closure timing of intake valve 9 is made uniformly to the slowest timing (110°) regardless of engine rotation number ME during total closure of throttle valve 25, which is illustrated by broken line in Fig. 8, intake pressure MV tends to drop with increase in engine rotation number NE, which is indicated by the broken line in Fig. 7. In order to make this intake pressure MV greater than or equal to target intake pressure MVr, the closure timing of intake valve 9 needs to be made faster with increase in engine rotation number NE, which is indicated by real line in Fig. 8.

[0044]

Moreover, when intake pressure MV becomes greater than or equal to target intake pressure MVr at the step 105 in Fig. 5, CPU 49 executes step 122 and thereafter. Hence, intake pressure MV is maintained to be target intake pressure MVr.

[0045]

In the present embodiment as described thus far, the closure timing of intake valve 9 is made to be the timing corresponding to the driving state at that time if throttle valve 25 is not in total closure state (step 102), and the closure timing of intake valve 9 is made to be slower than the timing corresponding to the driving state at that time if throttle valve 25 is in total closure state (step 110). Moreover, if throttle valve 25 is in total closure state and intake pressure MV is lower than a pre-determined value

(target intake pressure MVr), the closure timing (110°) of intake valve 9, which is once made slower, is made to be faster to raise intake pressure MV to equal the target intake pressure MVr (step 123).

[0046]

For this reason, unlike a prior art wherein the closure timing of the intake valve is uniformly made to be slower during throttle total closure deceleration time, which causes intake pressure drop at high rpm range (see broken line in Fig. 7), the present embodiment enables expansion of valve overlap by speeding up the closure timing of intake valve 9 and rise of the low intake pressure MV. In fact, expansion of valve overlap causes flow from exhaust side with high pressure to intake side, which results in increasing intake pipe pressure. As a result, oil rise is controlled while pumping loss is reduced and fuel efficiency is improved during low-load state, and sharp rise in oil consumption is prevented.

[0047]

[Efficacy of Invention]

From the description thus far, it is clear that present invention enables speeding up of once delayed closure timing of the intake valve in order to make intake valve equal to a pre-determined value when the throttle valve is in total closure state and the intake pressure in the intake passage in the downstream side from the throttle valve is lower than a pre-determined value, hence, extreme drop of intake pressure during total closure state of throttle valve is prevented and oil rise due to intake pressure drop is controlled while pumping loss is reduced and fuel efficiency is improved. In short, the present invention displays superior effect of reducing wasteful oil consumption.

**[Brief Description of Drawing]**

**Fig.1 Drawing illustrating conceptual structure of the present invention**

**Fig.2 Drawing illustrating schematic structure of a variable valve timing control device in the present embodiment of the present invention**

**Fig. 3 Enlarged cross-section of a variable valve timing mechanism in an embodiment**

**Fig. 4 Flowcharts describing a closure timing control of the intake valve in an embodiment**

**Fig. 5 Flowcharts describing a closure timing control of the intake valve in an embodiment**

**Fig. 6 Drawing illustrating a map in which the closure timing of the intake valve is a pre-determined with parameters of engine rotation number and throttle opening level in an embodiment**

**Fig. 7 Drawing describing a relationship between engine rotation number and intake pressure**

**Fig. 8 Drawing describing a relationship between engine rotation number and the closure timing of the intake valve**

[Explanation of Symbols]

1...Engine as combustion mechanism    4...Combustion chamber    5...Intake passage  
9...Intake valve    25...Throttle valve    31...Throttle opening level sensor  
constituting part of driving state detection means and throttle total closure detection  
means    32...Intake pressure sensor as intake pressure detection means  
33...Rotation number sensor constituting part of driving state detection means    34...  
Water temperature sensor constituting part of driving state detection means  
35...Variable valve timing mechanism    49...CPU constituting timing switching  
control means and timing correction means

[Fig. 2]

54. Output port    53. Input port  
1. Engine  
4. Combustion chamber  
5. Intake passage  
9. Intake valve  
25. Throttle valve  
31. Throttle valve opening level sensor  
32. Intake pressure sensor  
33. Rotation number sensor  
34. Water temperature sensor

[Fig. 1]

- M1. Combustion engine
- M2. Combustion chamber
- M3. Intake passage
- M4. Intake valve
- M5. Variable valve timing mechanism
- M7. Throttle valve
- M8. Throttle total closure detection means
- M10. Intake pressure detection means
- M11. Timing correction means
- M9. Timing switching control means
- M6. Driving state detection means

[Fig. 3]

### 35. Variable valve timing mechanism

[Fig. 5]

- 120. Read intake pressure MV
- 121. Is  $MV < MV_r$ ?

[Fig. 4]

Start

- 101. Is throttle totally closed?
  - 110. Counterclockwise rotation command
  - 111. Clockwise rotation command
- Return

[Fig. 6]

Throttle opening level

Intake valve closure timing

Engine rotation number NE



[Fig. 7]

Throttle totally open

Atmospheric pressure

Intake pressure

Throttle totally closed (embodiment)

Throttle totally closed (prior art)

Engine rotation number NE

[Fig. 8]

Throttle totally closed (prior art)

Closure timing of intake valve

Slow

Throttle totally closed (embodiment)

Fast

Engine rotation number NE